

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

Cu titlu de manuscris
C.Z.U.: [664.143 + 664.68] : 634.51 (478)(043.3)

GROSU CAROLINA

**VALORIFICAREA ȘROTULUI DE NUCI
ȘI OBȚINEREA PRODUSELOR DE COFETĂRIE**

**253.01. – TEHNOLOGIA PRODUSELOR ALIMENTARE
DE ORIGINE VEGETALĂ**

(Tehnologia produselor alimentației publice)

Autoreferatul tezei de doctor în tehnică

CHIȘINĂU, 2016

Teza a fost elaborată în cadrul catedrei:
”Tehnologia și Organizarea Unităților de Alimentație Publică“
Facultatea de Tehnologie și Management în Industria Alimentară a Universității Tehnice
a Moldovei.

Conducător științific:

DESEATNICOV Olga, doctor în tehnică, profesor universitar, specialitatea științifică:
05.18.16 - Tehnologia produselor alimentare (Tehnologia produselor alimentației publice).

Referenți oficiali:

BERNIC Mircea, doctor habilitat în tehnică, profesor universitar, Universitatea Tehnică
a Moldovei.

CONSTANTINESCU (POP) Cristina- Gabriela, conferențiar universitar, doctor
inginer, Universitatea Ștefan cel Mare, Suceava.

Componența nominală a Consiliului științific specializat:

STURZA Rodica – **președinte**, doctor habilitat în tehnică, profesor universitar,
Universitatea Tehnică a Moldovei

SUBOTIN Iurie – **secretar**, doctor în chimie, conferențiar universitar, Universitatea
Tehnică a Moldovei.

PINTEA Maria – doctor habilitat în botanică, Cercetător principal în cadrul
Institutului Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare.

CARAGIA Vavil – doctor în tehnică, conferențiar universitar, Institutul Științifico –
Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare.

SANDULACHI Elisaveta – doctor în tehnică, conferențiar universitar, Universitatea
Tehnică a Moldovei.

Susținerea va avea loc pe 08.07.2016, la ora 15.00, în ședința Consiliului științific
specializat D 31.253.01-10 din cadrul Universității Tehnice a Moldovei, MD-2045, Chișinău,
strada Studenților 11, bloc 5, aud. 121.

Teza de doctor și autoreferatul pot fi consultate la Biblioteca Universității Tehnice a
Moldovei, Secția științifică și pe pagina web a CNAA (www.cnaa.md).

Autoreferatul a fost expediat pe 08.06.2016

Secretarul Consiliului științific specializat,

SUBOTIN Iurie – secretar.

Conducători științifici:

DESEATNICOV Olga – prof.univ.dr.

Autor:

GROSU Carolina.

REPERE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

Actualitatea temei investigate

Nucicultura ocupă un loc semnificativ în agricultura Republicii Moldova și constituie o ramură strategică în economia națională a țării. Interesul pentru nuci este determinat de contribuția financiară importantă provenită din export și de valoarea nutrițională a lor. Miezul de nucă conține o cantitate mare de lipide (> 50% din greutate), 11% proteine, 5% carbohidrați și este foarte caloric (cca 525 kcal la 100 g produs) [16]. Lipidele nucilor sunt bogate în acizi grași omega-3, omega-6, care joacă un rol esențial pentru buna funcționare a organismului. Potrivit Programului Național pentru dezvoltarea culturilor nucifere, până în anul 2020 suprafața plantațiilor de nuci va atinge cel puțin 14 mii hectare, iar recolta nucilor necurățate va constitui 60 mii de tone. Prin urmare, se impun măsuri ferme și rapide pentru prelucrarea aprofundată a nucilor, dar și a produșilor secundari, în primul rând, al șrotului care rezultă din extracția uleiului [8, 9]. Orientarea către procesarea industrială a nucilor ar genera și venituri considerabile (valoare adăugată) în economie.

Pornind de la premisele descrise, lucrarea a avut ca **scop** studiul calității nutriționale și senzoriale ale șrotului de nuci *Juglans regia L.* și identificarea condițiilor optime de prelucrare și utilizare a lor în alimentație.

Ipotezele de lucru pentru realizarea *cercetării au fost următoarele:*

- produsul secundar rezultat în urma extragerii grăsimii din miezul de nucă, denumit generic „șrot ori turte” de nucă are o compoziție chimică complexă și valoare nutrițională înaltă;
- datorită compoziției chimice complexe și, în special, a conținutului înalt de proteine și proprietăților lor funcționale unice, șrotul de nucă ar putea fi un ingredient atractiv pentru utilizare în majoritatea sistemelor alimentare, în particular, în *sistemele eterogene – emulsii și spume*.

Pentru a verifica *ipotezele menționate au fost formulate următoarele obiective principale și specifice:*

Obiectivul 1: Evaluarea principalilor parametri fizico-chimici, nutriționali și microbiologici ai șrotului de nuci precum:

- identificarea și cuantificarea unor parametri fizici, *chimici și microbiologici și ai valorii nutritive a șrotului;*
- studiul evoluției parametrilor fizico-chimici și microbiologici, calității senzoriale și valorii biologice ale șrotului în timpul păstrării.

Obiectivul 2: Evaluarea influenței tratamentelor tehnologice și albirii asupra valorii nutritive și proprietăților funcționale ale șrotului de nuci precum:

- caracterizarea parametrilor cromatici și identificarea unor căi de ameliorare a culorii șrotului;
- identificarea parametrilor tehnologici optimați de tratare și albire ale șrotului;
- studiul modificării valorii nutritive ale șrotului la tratare și albire;
- evaluarea impactului tratamentelor tehnologice și albirii asupra proprietăților funcționale.

Obiectivul 3: Valorificarea șrotului de nuci ca materie primă pentru unele produse de cofetărie precum:

- elaborarea de structuri compoziționale ale produselor de cofetărie cu adaos de șrot de nuci;
- identificarea parametrilor tehnologici optimali de fabricare a produselor de cofetărie;
- evaluarea indicilor fizico-chimici, calităților senzoriale și valorii nutritive ale produselor de cofetărie în scopul optimizării tehnologiei de obținere;
- studiul evoluției indicilor de calitate la păstrarea produselor de cofetărie;
- elaborarea documentației normative și tehnice pentru produsele de cofetărie.

Noutatea și originalitatea științifică. Tema abordată nu a constituit un obiect de studiu dedicat pînă în prezent. Pornind de aici, originalitatea temei investigate constă în analiza minuțioasă și multiaspectuală a compoziției chimice, valorii nutritive și a modificărilor ce intervin în urma tratamentelor tehnologice ale șrotului de nuci.

Problema științifică importantă soluționată constă în stabilirea celor mai importante proprietăți fizico-chimice, nutriționale și tehnologice ale șrotului de nuci și identificarea condițiilor optime și eficiente de tratare tehnologică și utilizare a lor.

Semnificația teoretică. S-au obținut rezultate științifice, care arată posibilitatea de modificare dirijată a proprietăților funcționale și a parametrilor cromatici ai șrotului de nuci și de ameliorare a calităților de consum ale alimentelor preparate cu adaos de șrot.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în stabilirea condițiilor optime de tratare tehnologică a șrotului de nuci, elaborarea tehnologiei de producere și a documentației normative și tehnice pentru produsele de cofetărie pregătite cu adaos de șrot. A fost obținut brevetul de invenție „Procedeu de obținere a halvalei din miez de nuci (*Juglans regia L.*)” (nr. 896).

Implementarea rezultatelor științifice. Tehnologia produselor de cofetărie a fost testată și aprobată la întreprinderea de patiserie și cofetărie ÎI „Lisnic Galina” din orașul Edineț.

Rezultatele cercetărilor științifice efectuate au fost publicate în reviste, culegeri ale simpozioanelor, discutate în cadrul dezbaterilor la conferințe științifice naționale și internaționale și aplicate în procesul de instruire a studenților la Catedra tehnologia și organizarea alimentației publice a UTM.

Aprobarea rezultatelor: Rezultatele principale ale tezei au fost comunicate și discutate la conferințe și simpozioane științifice naționale și internaționale: Conferințele tehnico-științifice a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților, UTM, din anii 2011, 2012, 2013, 2014 și 2015; Simpozionul Internațional „Euro-Aliment” 2013-2015, Galați Conferința Internațională a UNTA, Kiev, Ucraina 2013.

Sumarul compartimentelor tezei

Lucrarea este structurată în patru capitole, din care primul reprezintă revista literaturii cu analiza stadiului actual al problematicii tratate la tema tezei, al doilea capitol include descrierea succintă a materialelor și metodelor de analiză, iar în capitolele 3 și 4 sunt expuse rezultatele științifice obținute și discuția lor. Teza se încheie cu concluzii finale și recomandări practice.

Structura tezei: teza constă din introducere, patru capitole, concluzii și recomandări, lista lucrărilor citate, anexe. Textul de bază conține 122 de pagini, 58 de figuri, 43 de tabele, 12 anexe.

Cuvinte-cheie: șrot, compoziție chimică, extragere ulei, albire, proprietăți funcționale, produse de cofetărie.

CONȚINUTUL TEZEI

În **Introducere**, sunt relevate actualitatea și importanța temei abordate, noutatea științifică a lucrării, valoarea teoretică și aplicativă a rezultatelor obținute, sunt formulate obiectivele principale și specifice ale lucrării.

În **Capitolul 1 – Analiza comparativă a compoziției chimice și procesarea nucilor *Juglans regia L.*** sunt prezentate unele statistici ale producerii și consumului de nuci, caracteristica agrobiologică, structura și compoziția chimică generală, valoarea nutritivă a nucilor *Juglans regia L.*, interesul nutrițional și terapeutic.

Informațiile prezentate în analiza bibliografică arată că nucile *Juglans regia L.* sunt o sursă importantă de proteine, carbohidrați, substanțe minerale, vitamine, fibre alimentare și acizi grași nesaturați. Miezul de nucă se folosește în stare proaspătă și ca materie primă în industria alimentară, iar produsele secundare rezultate în urma prelucrării lor, ar putea fi utilizate ca ingrediente pentru o multitudine de alimente și ar spori valoarea nutrițională și proprietățile senzoriale ale produselor finale.

Analiza metodelor și tehnicilor tradiționale și moderne de procesare a nucilor demonstrează posibilități mari de extindere a sortimentului și de ameliorare a calității produselor obținute din miezul de nuci. În același timp, s-a constatat că cea mai mare parte a cercetărilor existente vizează compoziția chimică, proprietățile tehnologice și procedeele de transformare și tratare culinară ale miezului de nuci și, în mai mică măsură, a șrotului de nuci. Informațiile care vizează studiul compoziției chimice și valorii nutritive a șrotului obținut din nucile cultivate în Republica Moldova lipsesc totalmente. Merită atenție deosebită și cercetările privind proprietățile funcționale și utilizarea subproduselor în calitate de materie proteică vegetală pentru fabricarea produselor de patiserie-cofetărie și a altor alimente.

Problema de cercetare, care rezultă din analiza situației în domeniu, este identificarea celor mai importante proprietăți fizico-chimice, nutriționale și tehnologice ale șrotului din miez de nuci *Juglans regia L.* și a condițiilor optime și eficiente de tratare tehnologică și utilizare a șrotului, elaborarea tehnologiei de producere și a documentației normative pentru unele produse de cofetărie.

Direcțiile de soluționare a problemei

1. Stabilirea compoziției chimice și a valorii nutritive a șrotului din miez de nuci.
2. Stabilirea impactului tratamentelor termice și a componentilor minori din alimente (acizi, săruri, zaharuri etc.) asupra proprietăților fizico-chimice, nutriționale, funcționale și tehnologice ale șrotului cu scopul identificării condițiilor optime și eficiente de tratare tehnologică și utilizare a șrotului din miez de nuci.
3. Stabilirea parametrilor optimali de producere și elaborarea cu titlu de exemplu a tehnologiei unor produse de cofetărie cu șrot de nuci.

În **Capitolul 2 – Materiale și metode de cercetare** – sunt descrise materialele și metodele de determinare a indicilor fizico-chimici, biochimici, microbiologici, organoleptici și metodologia prelucrării statistice a datelor experimentale. În calitate de materii prime și materiale auxiliare au fost folosite miez de nuci (*Juglans regia L.*), recolta anilor 2011-2015, șrot din miez de nuci produs în condiții de laborator, făină din grâu, zahăr rafinat, ouă și diferiți reagenți chimici. Toate materiile prime și materialele auxiliare au fost achiziționate direct de la producători și de la firme specializate în produse de laborator. Prima etapă a constat în

documentarea, selectarea și sistematizarea surselor bibliografice, care au stat, în principal, la baza elaborării capitolelor teoretice ale lucrării.

Pentru o abordare complexă a valorificării șrotului a fost necesar de a lua în considerare nu numai valoarea nutritivă, dar și proprietățile fizico-chimice, funcționale și tehnologice, precum și impactul adaosului de șrot asupra comportamentului semifabricatelor și caracteristicilor produselor finite. Aceste criterii au stat la baza părții experimentale a lucrării, algoritmul care a inclus următoarele etape:

- inițial au fost cuantificați parametrii de bază ai compoziției chimice și pentru a caracteriza compoziția calitativă a proteinelor și lipidelor;

- ulterior au fost studiate proprietățile funcționale ale șrotului, care determină în mare măsură proprietățile mecanice și structurale ale semifabricatelor și produselor finite;

- la etapa finală au fost elaborate cu titlu de exemplu, tehnologiile de obținere a halvalei, pandișpanului, prăjiturilor „Macarons” și au fost stabilite condițiile și limitele de păstrare a lor. Pentru realizarea cercetărilor experimentale au fost utilizate diferite metode de cercetare, iar rezultatele analitice au fost prelucrate statistic.

În **Capitolul 3 – Caracteristici generale de calitate, valoarea alimentară a miezului și șrotului de nuci *Juglans regia L.*** – sunt prezentate caracteristicile tehnice ale nucilor utilizate pentru obținerea șrotului, rezultatele analizei compoziției chimice generale, distribuția fracțiilor proteice și compoziția în aminoacizi a proteinelor. Sunt descrise rezultatele studiului procesului de oxidare a lipidelor șrotului păstrat în diferite condiții și evoluția acestor indici pe parcursul păstrării. Au fost evaluați indicii microbiologici și s-a determinat gradul de digestibilitate *in vitro* a proteinelor din miezul și șrotul de nuci. Șrotul de nuci a fost obținut prin presarea la rece a miezului cu ajutorul preseii ПСУ 125 „ЗИМ АРМАВИР” îndepărtându-se peste 60% de grăsimi. Factorii care influențează presarea sunt: presiunea, durata, viscozitatea uleiului (se micșorează prin încălzirea măcinăturii în timpul prăjirii), lungimea capilarelor (se micșorează prin distrugerea structurii celulare în timpul măcinării și prăjirii). Rezultatele obținute arată că gradul de recuperare a uleiului prin presarea miezului de nucă depinde de metodele de preparare a materiei prime și de parametrii de presare a ei. Aplicarea unui tratament termic măcinăturii înainte sau în timpul presării, în general, îmbunătățește gradul de extragere a uleiului, dar poate influența negativ asupra calității acestuia prin creșterea parametrilor de oxidare. Randamentul de extragere a uleiului din miezul de nucă prin presare la rece poate fi îmbunătățit prin ajustarea gradului de mărunțire a miezului (dimensiunea particulelor cca 5 mm), umidității măcinăturii (7-7,5%), forței (cca 50 MPa), vitezei de presare (1 MPa/sec) și a temperaturii măcinișului (până la 50°C). Respectarea acestor condiții asigură un randament de extragere a uleiului de peste 60%.

Compoziția chimică generală a nucilor și șrotului. Compoziția chimică a miezului nucilor este influențată de factori genetici și de mediu [6].

Tabelul 1. Conținutul de lipide și proteine totale în miezul și șrotul de nuci

Denumirea	În % din substanța uscată (SU)			
	„Călărași”		„Cogălniceanu”	
	Miez	Șrot	Miez	Șrot
Proteinele totale (N x 6,25)	15,2 ± 0,45	25,69 ± 0,48	15,81 ± 0,46	26,25 ± 0,50
Lipidele totale	64,55 ± 0,51	39,90 ± 0,41	65,13 ± 0,42	40,85 ± 0,51

Fracția proteică majoritară în șroturile provenite din miezul de nuci „Călărași” și „Cogălniceanu” sunt glutelinele care constituie 56,28 și respectiv 57,21%, fiind urmate de globuline, stroma și albumine [15].

Tabelul 2. Rezultatele fracționării proteinelor șrotului de nuci după metoda Osborn

Fracția proteică/ Fracția de azot	Conținut în șrot, % SU		Distribuția fracțiilor proteice, % din proteina totală	
	„Călărași”	„Cogălniceanu”	„Călărași”	„Cogălniceanu”
Proteina totală, inclusiv:	25,69 ± 0,48	26,25 ± 0,50	100	100
Albumine	1,28 ± 0,13	1,28 ± 0,13	4,98	4,87
Globuline	5,12 ± 0,63	4,76 ± 0,62	19,92	18,13
Gluteline	14,46 ± 0,13	15,02 ± 0,15	56,28	57,21
Stroma (proteine constituționale)	4,17 ± 0,13	4,67 ± 0,16	16,23	17,79
Azotul total, inclusiv:	4,09 ± 0,19	4,16 ± 0,20	100	100
Azot proteic	3,34 ± 0,11	3,34 ± 0,12	81,66	80,28
Azot extractiv	0,08 ± 0,03	0,12 ± 0,02	1,95	2,88
Azotul stromei	0,67 ± 0,01	0,75 ± 0,01	16,38	18,02

Tabelul 3. Conținutul de aminoacizi în proteinele miezului și șrotului de nuci

Denumirea aminoacidului	Conținutul, g/100g proteină			
	„Călărași”		„Cogălniceanu”	
	Miez	Șrot	Miez	Șrot
Σ aminoacizilor esențiali	25,12	30,86	23,33	25,39
Σ aminoacizilor esențiali și semiesențiali	27,42	32,57	24,98	26,89
Σ aminoacizi neesențiali	64,84	62,46	71,80	70,0
Σ totală a aminoacizilor	92,26	95,03	96,78	96,89

Tabelul 4. Indicele chimic al proteinelor din miezul și șrotul de nuci, %.

Denumirea aminoacizilor esențiali	Proteine			
	„Călărași”		„Cogălniceanu”	
	Miez	Șrot	Miez	Șrot
Izoleucină	90,3	142,6	89,3	90,8
Leucină	100,2	133,3	99,7	132,2
Lizină	42,4	42,6	44,9	40,3
Metionină+cisteină	97,1	117,3	61,9	57,1
Tirozină	72,0	89,5	57,7	83,8
Fenilalanină	113,7	131,6	104,7	124,3
Treonină	77,4	87,7	83,5	81,6
Triptofan	–	–	27,3	20,2

Analiza rezultatelor din tabelele 3 și 4 arată că aminoacizii majoritari ai proteinelor nucilor sunt acizii glutamic, aspartic și arginina – însușire comună pentru toate proteinele vegetale. Valorile prezentate ale conținutului de aminoacizi sunt comparabile cu cele comunicate de Ruggeri ș.a. (1998) [13]. Una dintre caracteristicile de calitate a proteinelor vegetale este

conținutul de lizină, care joacă un rol semnificativ în comportamentul chimic și tehnologic al proteinelor pentru ca funcția amină din catena alifatică poate participa la diferite reacții chimice, inclusiv cele de grefare și reticulare a proteinelor.

Tabelul 5. Conținutul de minerale în miezul și șrotul de nuci „Călărași”

Denumirea elementelor minerale	Conținut, mg/100 g		
	Șrot	Miez	USDA
Potasiu	528,3 ± 31,69	356,3 ± 21,3	441
Sodiu	1,65 ± 0,09	1,33 ± 0,07	2
Magneziu	198,8 ± 11,92	146,6 ± 8,7	158
Calciu	180,9 ± 10,8	136,1 ± 8,1	98
Fier	8,59 ± 0,51	7,09 ± 0,42	2,91
Zinc	3,79 ± 0,22	2,91 ± 0,17	3,1
Cupru	1,96 ± 0,11	1,56 ± 0,09	1,6

În funcție de conținutul lor în miez și șrot (mg/100 g) elementele minerale determinate formează seria: K > Mg > Ca > Zn > Fe > Na > Cu. Analiza comparativă a rezultatelor obținute cu cele stipulate în USDA și publicate de alți autori [4] arată ca conținutul de minerale din șrot este mai mare decât în miez, fapt ce indică că elementele minerale nu sunt uniform repartizate în masa miezului și că conținutul lor în fracția lipidică este mai mic (cu excepția fosforului).

Tabelul 6. Conținutul de acizi grași în miezul și șrotul de nuci

Denumirea acizilor grași	Conținut, %	
	Miez	Șrot
∑ AG	96,57 ± 6,75	98,13 ± 6,86
∑ AGS	7,53 ± 0,50	7,04 ± 0,49
∑ AGM	7,93 ± 0,55	10,30 ± 0,72
∑ AGP	81,10 ± 5,67	80,79 ± 5,72
AGP / AGM	10,22 ± 0,71	7,84 ± 0,54

Principalii acizi grași (tabelul 6) ai uleiului de nucă sunt acizii linoleic, oleic și linolenic. În cantități mai mici sunt acizii miristic, palmitic, palmitoleic și stearic. Proporția acizilor grași saturați, mono- și polinesaturați constituie respectiv în uleiul miezului 7,53-7,93 și 81,1% și în cel al șrotului 7,04-10,30 și 80,79%. Rezultatele obținute sunt comparabile cu cele raportate în literatura de specialitate [11].

În cadrul acestui studiu au fost urmărite schimbările indicilor de aciditate și de peroxid și ale conținutului de diene și triene conjugate ale lipidelor șrotului de nuci la păstrare în diferite condiții de depozitare: șrot refrigerat (+4, +6°C), congelat (-16°C), congelat (-16°C) și ambalat în vid în pungi de polietilenă și uscat la 30-40°C (pastrat la +18⁰... +20°C).

În tabelul 7 este prezentată evoluția indicelui de aciditate a lipidelor pe parcursul păstrării șrotului de nuci.

Tabelul 7. Evoluția indicelui de aciditate* a lipidelor pe parcursul păstrării șrotului de nuci (mg KOH/g ulei)

Perioada păstrării	Valorile indicelui de aciditate* a lipidelor (mg KOH/g ulei)			
	Șrot refrigerat	Șrot congelat	Șrot congelat păstrat în vacuum	Șrot uscat la 45°C
0	3,48 ± 0,06	3,23 ± 0,02	3,11 ± 0,06	3,54 ± 0,03
1 lună	4,01 ± 0,08	3,34 ± 0,03	3,20 ± 0,07	4,28 ± 0,09
2 luni	4,36 ± 0,09	4,54 ± 0,06	4,03 ± 0,08	4,98 ± 0,10

* Indicele de aciditate a uleiului alimentar de nuci nu trebuie să depășească 4,0 mg KOH/g ulei.

Conținutul de acizi grași liberi din șrot crește liniar în toate condițiile de păstrare. Viteza de creștere a indicelui de aciditate este mai mare pentru șrotul uscat și păstrat la temperatura ambiantă și mai mic pentru șrotul congelat (-16°C) și ambalat în vid în pungă de polietilenă. Modificările conținutului de acizi grași liberi este determinat în egală măsură de procesul de oxidare a grăsimilor cât și de hidroliza lor [3]. Creșterea concentrației de acizi grași liberi este corelată cu umiditatea semințelor oleaginoase pe parcursul perioadei de depozitare [1].

Pe parcursul păstrării șrotului indicele de peroxid crește liniar (tabelul 8) cu viteză diferită, mai mică fiind pentru șrotul congelat și ambalat în vid.

Tabelul 8. Evoluția indicelui de peroxid* al lipidelor pe parcursul păstrării șrotului de nuci (mmol/g ulei)

Perioada păstrării	Valorile indicelui de peroxid* al lipidelor (mmol/g ulei)				
	Șrot netratat	Șrot refrigerat	Șrot congelat	Șrot congelat păstrat în vacuum	Șrot uscat la 45°C
0	4,71	9,88 ± 0,01	9,75 ± 0,01	8,76 ± 0,01	10,59 ± 0,02
1 lună	–	9,94 ± 0,01	9,87 ± 0,02	8,96 ± 0,01	13,19 ± 0,03
2 luni	–	11,88 ± 0,02	10,46 ± 0,02	9,26 ± 0,02	15,61 ± 0,03

* Indicele de peroxid al uleiului alimentar de nuci nu trebuie să depășească 10 mmol/kg ulei.

O caracteristică importantă a stabilității oxidative a produselor cu un conținut lipidic considerabil este cantitatea trienelor conjugate (tabelul 9).

Tabelul 9. Evoluția conținutului de triene conjugate ale lipidelor pe parcursul păstrării șrotului de nuci (μmol/g ulei)

Perioada păstrării	Conținutului de triene conjugate ale lipidelor (μmol/g ulei)			
	Șrot refrigerat	Șrot congelat	Șrot congelat păstrat în vacuum	Șrot uscat la 45°C
0	5,75±0,02	3,94±0,01	3,67±0,02	10,02±0,02
1 lună	11,78±0,05	6,35±0,01	5,97±0,02	11,84±0,02
2 luni	12,86±0,05	7,54±0,03	7,1±0,03	13,19±0,05

Datele prezentate arată că conținutul de triene crește treptat pe parcursul păstrării. Această creștere este mai pronunțată pentru șrotul păstrat la temperatura ambiantă și mai mică pentru cel păstrat în vid în stare congelată. Astfel formarea trienelor este corelată cu parametrii majori de oxidare, parametrii produselor oleaginoase și cu condițiile de păstrare, care contribuie în mod direct sau indirect la formarea lor.

Astfel, păstrarea șrotului în diferite condiții este însoțită de degradarea lipidelor care rezultă în creșterea indicilor de acid și peroxid și a conținutului de triene. Conservarea șrotului congelat și ambalat în pungi din plastic, sigilate sub vid, asigură o bună calitate a acestuia la depozitare timp de două luni de zile.

Calitatea produselor alimentare include calitatea sanitară și calitatea alimentară [12]. A fost realizată analiza sensorială descriptivă a probelor de șrot păstrate în condiții diferite: mediu ambiant, refrigerate și congelate.

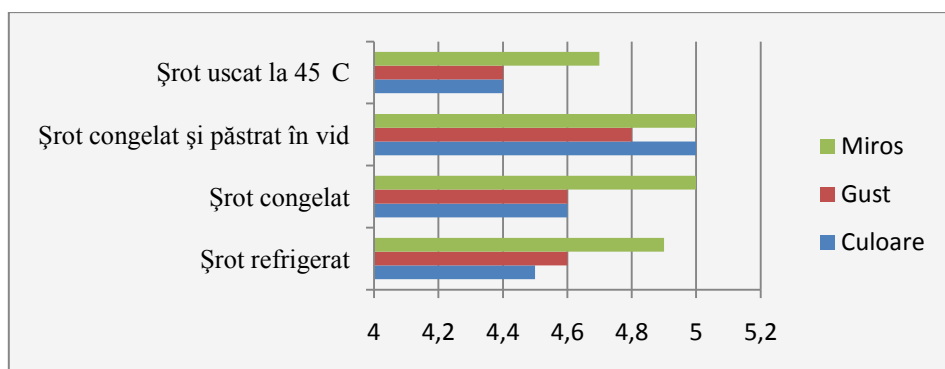


Figura 1. Profilul convențional al descriptorilor senzoriali ai șrotului de nuci

Cea mai înaltă apreciere a fost acordată șrotului congelat și ambalat în vid (culoare – 5, miros – 5 și gust – 4,8 puncte).

Stabilitatea microbiologică a produselor reprezintă unul dintre factorii limitanți ai termenului de păstrare și valorii nutritive a alimentelor. A fost determinat numărul total de microorganisme, care reprezintă un indicator microbiologic și care furnizează date asupra activității microorganismelor aerobe din șrot. Numărul total de germeni, exprimat în celule/1 g șrot, s-a determinat pe mediile de cultură *Agar* și *Sabouraud*.

Tabelul 11. Influența condițiilor de păstrare asupra numărului total de microorganisme ale șrotului

Durata de păstrare a șrotului	Denumirea probelor, mediilor de cultură și numărul total de microorganisme (în celule/1 g șrot)					
	Șrot congelat ambalat în vid		Șrot refrigerat		Șrot congelat	
	<i>Agar</i>	<i>Sabouraud</i>	<i>Agar</i>	<i>Sabouraud</i>	<i>Agar</i>	<i>Sabouraud</i>
Inițială	2,0 * 10 ³					
1 lună	4,6 * 10 ³	–	3,2 * 10 ⁴	–	2,1 * 10 ⁴	–
2 luni	5,0 * 10 ³	4,8 * 10 ²	4,6 * 10 ⁴	4,2 * 10 ⁴	3,8 * 10 ⁴	3,8 * 10 ⁴
3 luni	5,8 * 10 ³	5,6 * 10 ²	7,2 * 10 ⁴	6,8 * 10 ⁴	5,8 * 10 ⁴	6,4 * 10 ⁴

Din datele experimentale prezentate în tabel se poate observa că pe toată durata păstrării șrotului, numărul total de microorganisme prezintă o evoluție specifică, determinată de condițiile de mediu, de durata depozitării, precum și de modul de ambalare. Viteza de multiplicare a microorganismelor este mai mare în șrotul refrigerat și mai mică în cel congelat și ambalat sub vid, probabil datorită creșterii timpului de generație și reducerii numărului de diviziuni celulare.

Digestibilitatea proteinelor miezului și șrotului de nuci a fost apreciată după modificarea pH-ului suspensiilor, drept rezultat al hidrolizei proteinelor cu preparat de multienzimă. Rezultatele obținute sunt prezentate în figura 2.

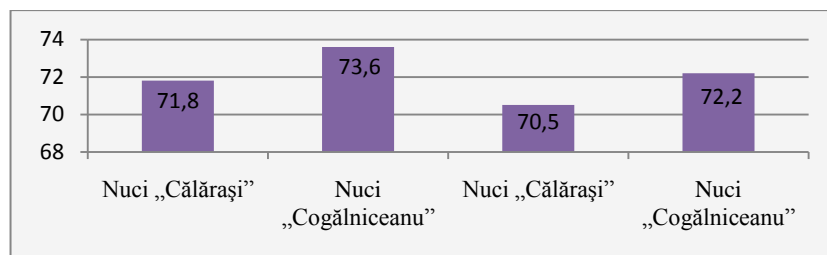


Figura 2. Digestibilitatea *in vitro* a proteinelor miezului și șrotului de nuci

Rezultatele arată că digestibilitatea proteinelor miezului și șrotului de nuci sunt semnificative, fiind puțin mai mari pentru proteinele șrotului. Acest efect este determinat de tratamentul termic (fie și ușor) și de presare, în urma cărora proteinele se denaturează și din care rezultă o mai bună expunere a siturilor de clivaj pentru enzimele digestive. La temperaturi mai mari de 70°C au loc fenomene de oxidare și de agregare a proteinelor, care maschează aceste situri și diminuează digestibilitatea lor [2].

Albirea șrotului de nuci cu peroxid de hidrogen – sunt prezentate rezultatele impactului tratamentului cu peroxid de hidrogen asupra profilului de culoare a șrotului. Optimizarea procesului de albire a șrotului a implicat o serie de pași: identificarea problemei, identificarea factorilor și nivelurilor care afectează variabilele de răspuns, efectuarea experimentelor proiectate statistic și, în cele din urmă, analiza datelor experimentale cu instrumente statistice. Pentru realizarea studiului a fost utilizat un *plan experimental* de tip *Box-Behnken* [7], care permite identificarea valorii optime prin variația unui număr de factori (variabile independente). În cazul albirii șrotului de nuci în calitate de variabile au fost: pH-ul (3; 7 și 10), concentrațiile de peroxid de hidrogen (3; 6 și 10% v/v) și concentrația șrotului (2,5; 5 și 10% g/v).

Tabelul 11. Variabile independente pentru albirea șrotului de nuci

Variabile	Niveluri și valori		
	- 1	0	+1
Valoarea pH-lui	3	7	10
Concentrația șrotului, %	2,5	5	10
Concentrația de hidrogenperoxid, %	3	6	10

Pentru a ilustra efectele principale și interactive ale variabilelor independente asupra valorilor descriptorilor de culoare (L^* , a^* , b^* , BI, WI, SI, ΔE) ale șrotului de nuci au fost elaborate suprafețele de răspuns 3D. Aceste grafice au fost obținute prin fixarea uneia dintre variabile la nivelul zero codificat și varierea altor două variabile.

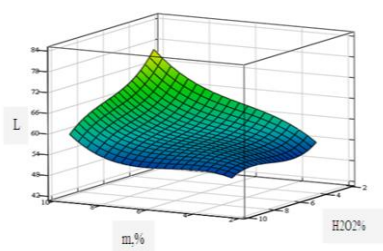


Figura 3. Suprafața de răspuns 3D a luminozității L în funcție de concentrația H₂O₂ și a șrotului în mediul de albire

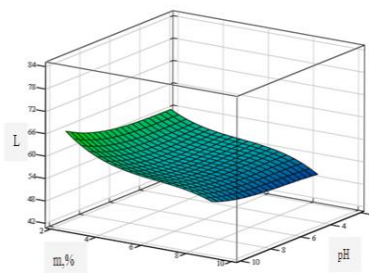


Figura 4. Suprafața de răspuns 3D a luminozității L în funcție de pH și concentrația șrotului în mediul de albire

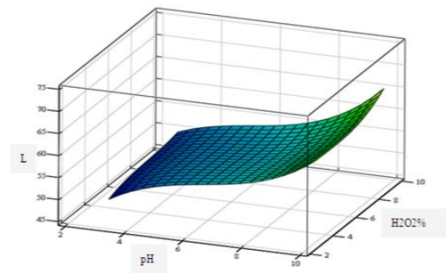


Figura 5. Suprafața de răspuns 3D a luminozității L în funcție de pH și concentrația H₂O₂

Regrupînd efectele menționate se poate menționa absența efectelor interactive între variabilele independente și efectele pătratice pentru variabila C_{SR} . Analiza efectelor principale indică că creșterea pH-ului și a concentrației de peroxid de hidrogen mărește luminozitatea L^* a produsului. Pentru variabila C_{SR} cuprinsă între 2,5 și 5 % valoarea parametrului L^* este mai bună. Pentru indicele de brunificare BI sunt semnificative efectele liniare ale C_{SR} și C_{PO} (Anexa 2, figurile 2.7-2.9).

După cum a fost menționat anterior, șrotul de nuci este constituit în cea mai mare parte din grăsimi (cca 40%) și proteine (cca 28%). În ipoteză, tratamentul șrotului cu peroxid de hidrogen ar putea avea un impact negativ asupra oxidării lipidelor șrotului, au fost realizate experiențe pentru a stabili care este evoluția indicelui de peroxid a uleiului pe parcursul înălbirii (tabelul 12).

Tabelul 12. Impactul procesului de albire cu peroxid de oxigen ($C_{H_2O_2} = 10\%$) asupra indicelui de peroxid al șrotului

Valorile pH-lui a mediului de albire	Durata de albire (min) și valorile indicelui de peroxid a șrotului (mmol/g ulei)				
	0 min	10 min.	20 min.	30 min.	60 min.
pH-10	4,71 ± 0,30	4,79 ± 0,33	4,83 ± 0,33	4,85 ± 0,33	4,91 ± 0,34
pH-7		4,75 ± 0,33	4,78 ± 0,33	4,79 ± 0,33	4,86 ± 0,34
pH-3		4,73 ± 0,33	4,76 ± 0,33	4,77 ± 0,33	4,87 ± 0,34

Datele din tabel arată că tratamentul cu peroxid de hidrogen nu afectează în niciun fel valoarea indicelui de peroxid al lipidelor din șrot. De altfel, acest lucru poate fi ușor explicat prin faptul că peroxidul de hidrogen este un mediu apos, în care solubilitatea lipidelor este practic nulă, iar procesul de oxidare a lipidelor poate avea loc doar la interfața lipidelor cu mediul apos, dar care este destul de lent.

Proprietățile funcționale ale șrotului – este dedicat studiului solubilității proteinelor, capacității de reținere a apei, de emulsionare și de spumare a făinii de șrot și posibilităților de aplicare a acestora în calitate de supliment funcțional pentru unele produse de cofetărie.

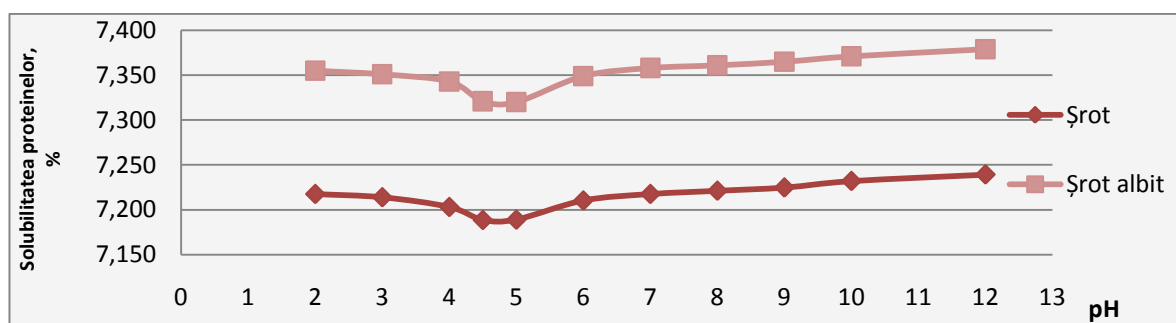


Figura 6. Impactul pH-ului asupra solubilității proteinelor șrotului.

Solubilitatea (extractibilitatea) proteinelor șrotului (figura 6) variază în funcție de pH după o curbă în formă de U, cu un minim de pH izoelectric – pI 4,5 în care suma sarcinilor pozitive este egală cu suma sarcinilor negative, sarcina netă a proteinelor fiind zero. La pI moleculele proteice au solubilitate minimală și precipită din soluție. La $pH > pI$, acestea au o sarcină electrică net negativă, la $pH < pI$ sunt încărcate pozitiv, iar solubilitatea lor crește odată

cu creșterea sarcinii nete (pozitive ori negative). În medii alcaline, moleculele proteinelor au sarcina sumară negativă (COO^-), care provoacă repulsia lor. Drept rezultat interacțiunile proteină/proteină scad, iar cele proteine/solvent se măresc [5,10].

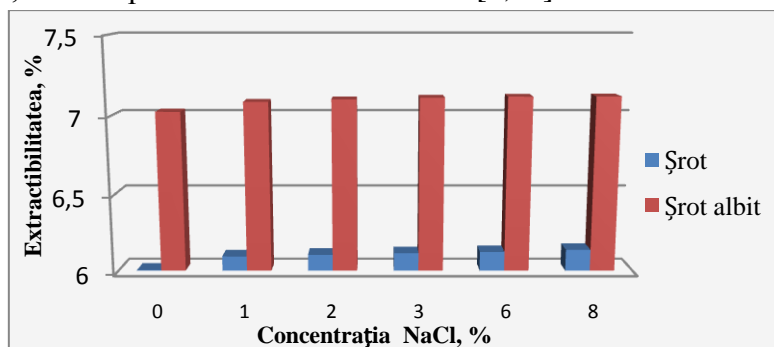


Figura 7. Profilul solubilității proteinelor șrotului în soluții de NaCl

Hidratarea este, de asemenea, o proprietate importantă ce guvernează comportamentul funcțional al proteinelor și aplicarea potențială a lor la prelucrarea produselor alimentare.

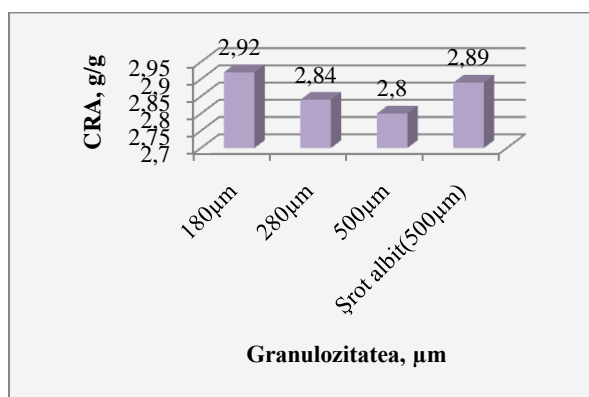


Figura 8. Capacitatea de reținere a apei de către făina de șrot în dependență de granulozitate

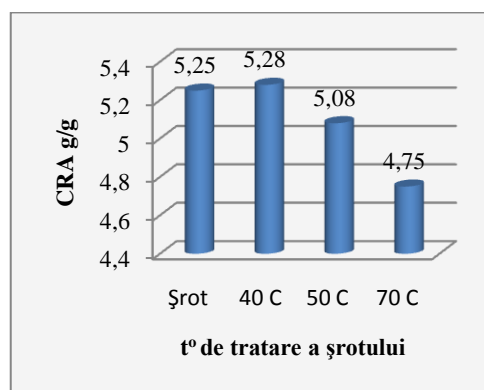


Figura 9. Capacitatea de reținere a apei de către făina de șrot în dependență de temperatura de tratare a șrotului

S-a constatat că însușirea de absorbție a apei este în corelație directă cu granulozitatea șrotului (figura 8). Creșterea acestui indice odată cu micșorarea mărimilor particulelor de șrot este determinată aproape exclusiv de solubilizarea mai pronunțată a componentelor hidrosolubile pentru că difuzia lor în mediul apos este direct proporțională cu gradul de dispersie (suprafața de contact) a șrotului. Rezultatele din figura 9 arată capacitatea de hidratare și de reținere a apei de către șrot crește odată cu mărirea temperaturii pînă la 40°C, mai apoi scade. Scăderea capacității de reținere a apei este probabil provocată de modificările conformaționale (denaturarea) ale proteinelor, induse de tratamentul termic, adică de desfășurarea lanțurilor peptidice și tranziția lor de la structura globulară la cea spiralată aleatorie, care rezultă în reducerea disponibilității grupelor polare ale aminoacizilor la hidratare.

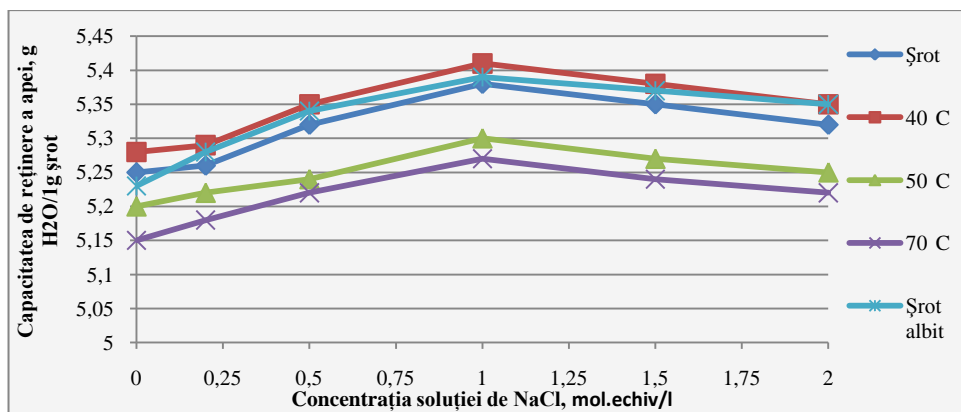


Figura 10. Capacitatea de reținere a apei de către făina din șrot în soluții de NaCl

Rezultatele din figura 10 arată că capacitatea de reținere a apei de către șrot în soluții de sare de bucătărie de diferite concentrații, variază de la 5,22 pînă la 5,41. Creșterea hidratării șrotului odată cu mărirea concentrației de sare pană la 1,0 % este determinată de fenomenul *salting-in* al proteinelor. La concentrații mai mari de sare are loc efectul de salifiere (*salting-out*), în care o parte din moleculele de apă sunt atrase de ionii de sare, devenind, astfel, indisponibile pentru a interacționa cu grupările încărcate ale proteinelor. Ca urmare, se intensifică interacțiunile hidrofobe proteină-proteină și hidratarea lor scade. Capacitatea de hidratare a șrotului depinde și de prezența zaharurilor simple în mediul de hidratare.

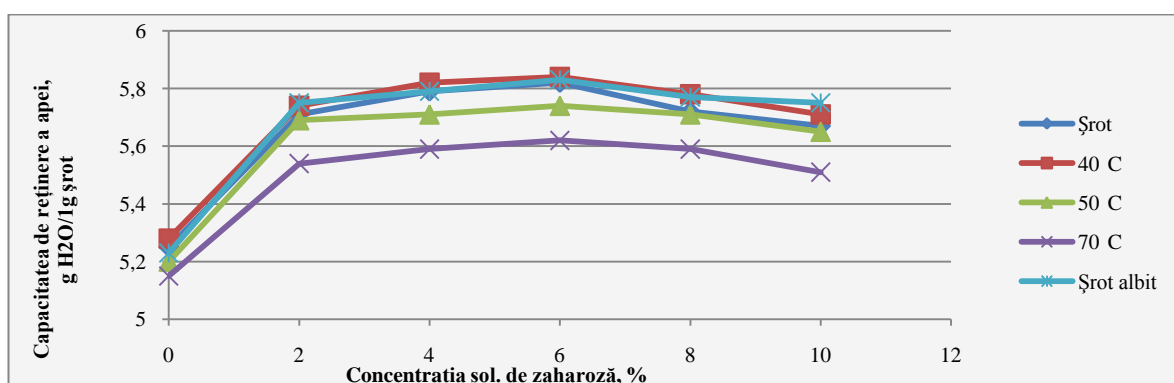


Figura 11. Capacitatea de reținere a apei de către făina din șrot în soluții de zaharoză

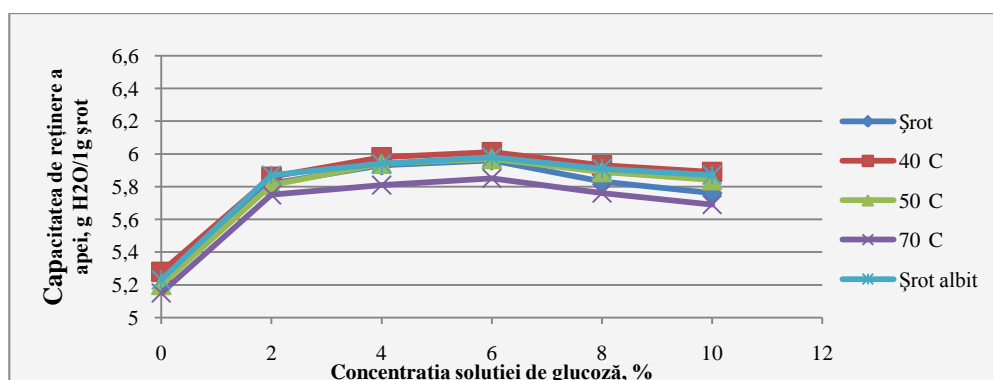


Figura 12. Capacitatea de reținere a apei de către făina din șrot în soluții de glucoză

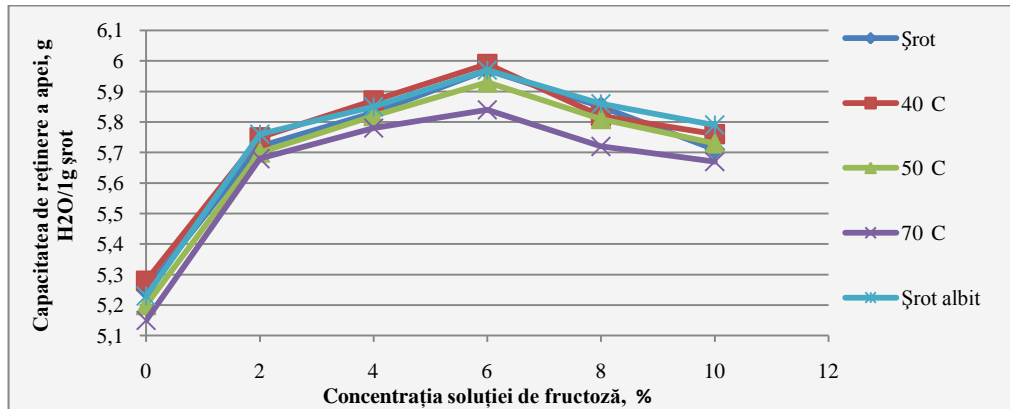


Figura 13. Capacitatea de reținere a apei de către făina din șrot în soluții de fructoză

În toate cazurile capacitatea de reținere a apei variază parabolic cu concentrația zaharurilor. În soluții diluate (pînă la 5-6%) capacitatea de reținere a apei crește odată cu mărirea concentrației zaharurilor, iar în soluții mai concentrate – scade. La concentrații mici glucidele joacă rolul de cosolvent și nu interacționează cu moleculele de proteine direct și, prin urmare, sunt substanțe osmolite non – perturbante. O creștere a concentrației glucidelor simple în mediul apos implică mai multe molecule de apă în procesul de solubilizare a lor și la concentrații mari de glucide procesul de hidratare a proteinelor scade din cauza indisponibilității parțiale a apei.

Corelațiile dintre capacitatea de reținere a apei a șrotului și pH-ul soluțiilor de $C_2H_2O_4$, CH_3COOH sunt prezentate în figurile 14-15.

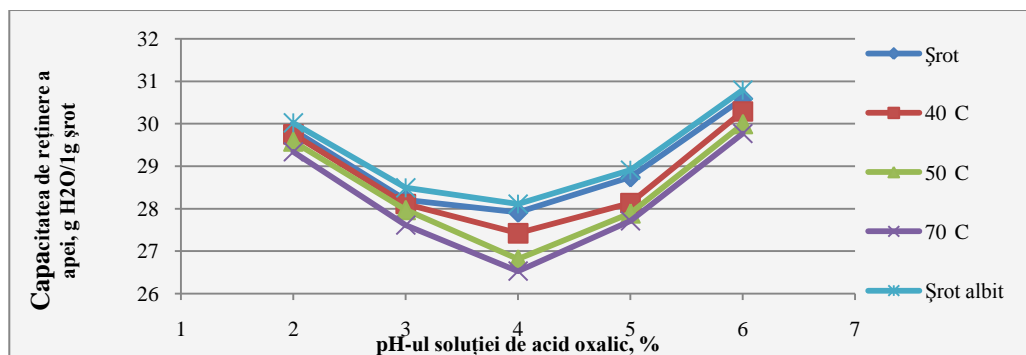


Figura14. Capacitatea de reținere a apei de către făina din șrot în soluție de acid oxalic

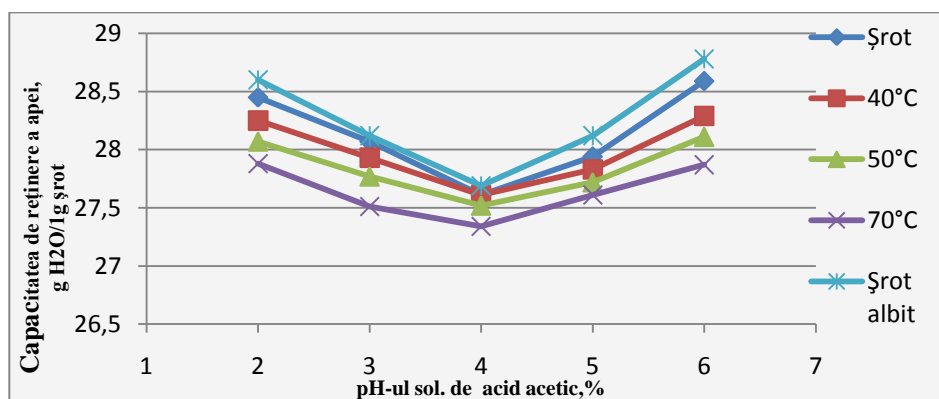


Figura 15. Capacitatea de reținere a apei de către făina din șrot în soluție de acid acetic

Proteinele șrotului de nuci au un conținut apreciabil de aminoacizi polari cu sarcină opusă (aspartic și glutamic – electronegativă, lizină și arginină – electropozitivă). Prin urmare, este rezonabil să presupunem că aminoacizii sunt implicați în fenomenele de asociere și disociere a subunităților proteinelor, care stau la baza proprietăților de hidratare a lor. Aceste rezultate arată că una din căile de ameliorare a hidratării pentru aplicații alimentare ar putea fi tratamentul în medii acide sau alcaline.

Capacitatea de emulsionare a probelor de șrot în dependență de granulozitate a constituit 10,81-17,3 ulei/g șrot (figura 16), cu cât granulozitatea este mai mică cu atât șrotul emulsionează mai bine.

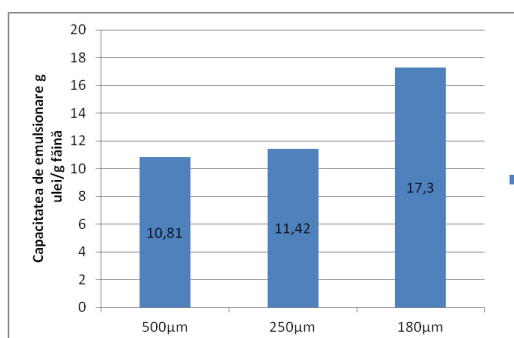


Figura 16. Capacitatea de emulsionare șrotului în funcție de granulozitate

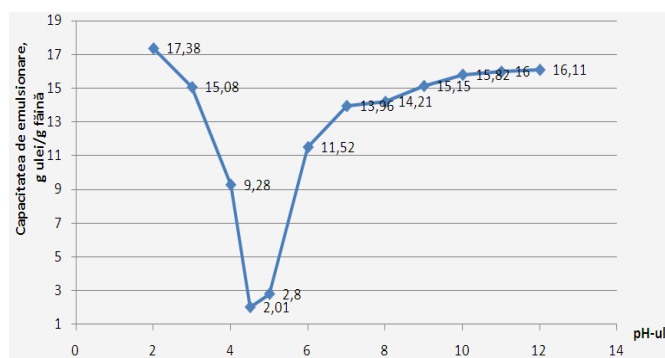


Figura 17. Impactul pH-ului asupra capacității de emulsionare a șrotului de nuci

Capacitatea de emulsionare a șrotului este minimală la pH 4,5 (punctul izoelectric) și constituie 32%, fiind mai mare pe ambele părți ale punctului izoelectric. Rezultatele arată, de asemenea, că capacitatea de emulsionare este mai mare în mediile alcaline și mai mică în cele acide. Efectul pronunțat al pH-ului asupra activității de emulsionare poate fi explicat prin faptul că capacitatea de emulsionare depinde în mare măsură de echilibrul lipofilic și hidrofilic, care este afectat de valoarea pH [14].

Efectul pH-ului asupra capacității de spumare a șrotului de nuci este prezentat în figura 18.

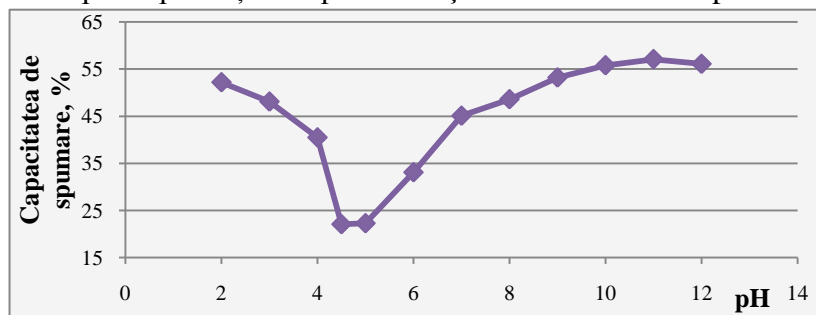


Figura 18. Efectul pH-ului asupra capacității de spumare a șrotului de nuci

Cea mai mică capacitate de spumare este la pH 4,5 (punctul izoelectric), care constituie, respectiv, 22,1%, la care de altfel s-au stabilit și valori minimale ale solubilității proteinelor și ale capacității de emulsionare. Dincolo de pH 4,5, capacitatea de spumare crește semnificativ, mai ales, în mediul alcalin. Impactul asupra capacității de spumare a unor cosolvenți: zaharuri (zaharoză și fructoză), sare de bucătărie și bicarbonat de sodiu sunt prezentate în figurile 19-22.

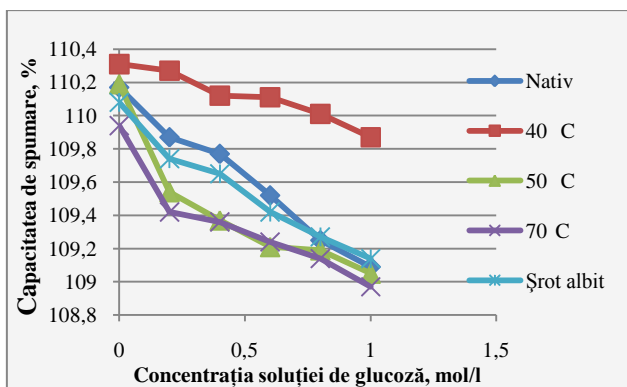


Figura19. Capacitatea de spumare a șrotului în soluții de glucoză

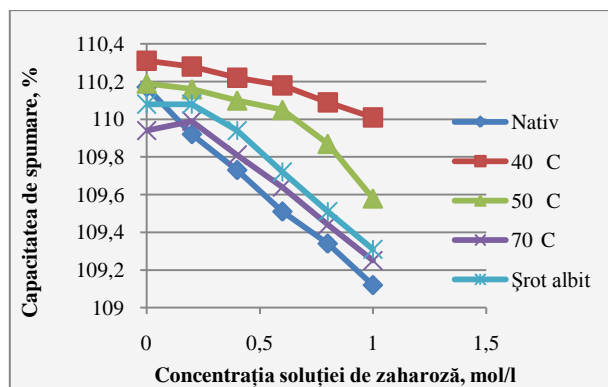


Figura 20. Capacitatea de spumare a șrotului în soluții de zaharoză

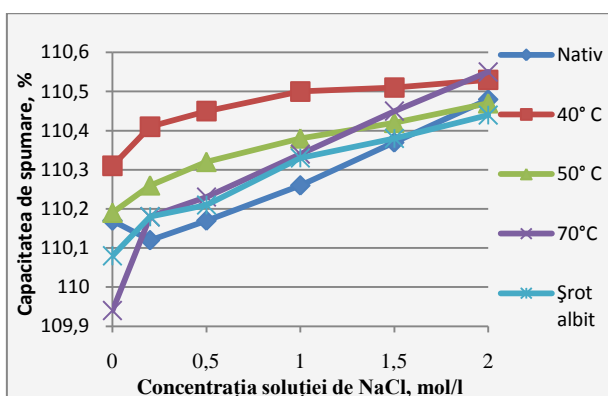


Figura 21. Capacitatea de spumare a șrotului în soluții de NaCl

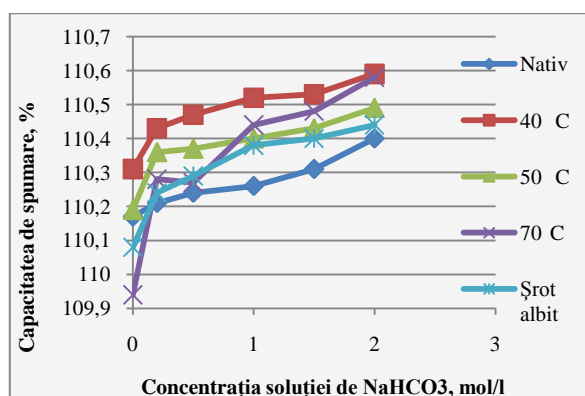


Figura 22. Capacitatea de spumare a șrotului în soluții de NaHCO₃

Rezultatele arată că prezența glucozei și fructozei în mediul apos diminuează puțin capacitatea de spumare a șrotului, iar sarea de bucătărie și bicarbonatul de sodiu – măresc întru câțva valoarea ei. Astfel, proprietățile funcționale ale șrotului depind în mare măsură de aciditate și forța ionică a mediului apos și sunt puțin afectate de tratamentul termic al șrotului pînă la 50°C și de prezența în mediu a zaharurilor simple.

Datorită conținutului înalt de proteine și solubilității parțiale a lor, șrotul de nuci are proprietăți funcționale satisfăcătoare și poate fi o sursă bună de ingredient proteic și funcțional în sistemele alimentare eterogene (emulsii, spume, suspensii).

În **Capitolul 4 – Valorificarea șrotului de nuci la fabricarea unor produse de cofetărie** – sunt prezentate rezultatele impactului adăosului de șrot și făină de șrot asupra descriptorilor de calitate a halvanei, pandișpanului și prăjiturilor „Macarons”.

Pentru obținerea *halvanei* au fost folosite materii prime corespunzătoare reglementărilor tehnice în vigoare: miez de nuci, zahăr, șrot, apă potabilă, acid ascorbic și vanilie. Procesul tehnologic de obținere al halvanei s-a desfășurat după următoarele faze: prepararea tahinului; prepararea halviței; prepararea halvanei.

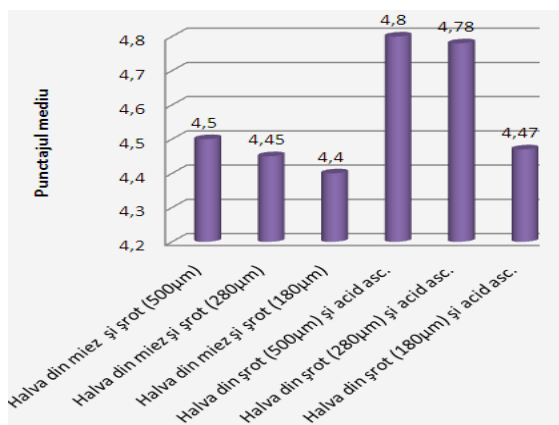


Figura 23. Punctajul mediu ponderat al examenului organoleptic a halvarei proaspete

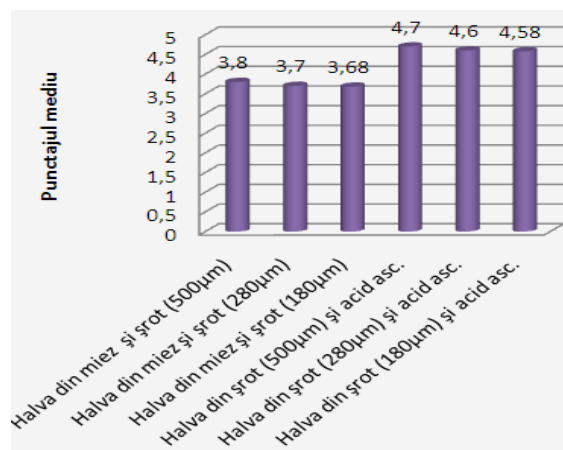


Figura 24. Punctajul mediu ponderat al examenului organoleptic al halvarei după două luni de păstrare

Cel mai înalt punctaj ponderat a fost acordat halvarei din șrot cu granulozitatea 500 μm. Acesta a păstrat bine forma adecvată și a avut culoare ireproșabilă, suprafață netedă, strălucitoare. Textura a fost compactă, omogenă, nesfărâmițoasă, cu fermitate adecvată, iar culoarea (la suprafață și în secțiune) naturală, uniformă. Mirosul a fost caracterizat ca plăcut, cu aromă bine exprimată. Gustul a fost plăcut, fără gust străin, cu nuanță astrigentă abia perceptibilă. Celelalte probe au prezentat însușiri specifice pozitive, dar mai slab conturate din cauza consistenței neomogene, mirosului cu nuanțe de rănced, gustului relativ fad ori nespecific.

După două luni de păstrare indicii de calitate au rămas practic neschimbați, iar la păstarea mai îndelungată apare un gust amar, probabil provocat de oxidarea lipidelor din șrot. Indicii fizico-chimici a halvarei din șrot de miez de nuci sunt prezentați în tabelul 13.

Tabelul 13. Indicii fizico-chimici a halvarei din șrot de miez de nuci

Indici	Valoarea	
	Conform referințelor normative	Reală
Umiditatea, % max.	4,0	3,8 ± 0,1
Zaharuri reducătoare, % min.	20	19,5 ± 0,9
Grasimi, % min – pentru halva de nuci, arahide și combinată;	25,0 - 34,0	26,0 ± 1,3
Cenușă totală (pentru toate tipurile de halva, cu excepția celei de floarea – soarelui), % min.	1,9	2,6 ± 0,1
Cenușă insolubilă în soluție HCl de 10%, % max.	0,1	0,09 ± 0,01
Masa pentru glazură	Conform fișei tehnologice	

Indicii microbiologici sunt factorii de bază pentru determinarea termenului de valabilitate a produselor (tabelul 14). Din datele prezentate se observă că după două luni de păstrare încărcătura microbiologică crește considerabil, dar nu depășește valoarea stipulată în referințele normative. Prin urmare durata limită de păstrare a halvarei din șrot de nuci poate fi considerată cea de două luni de zile.

Tabelul 14. Indicii microbiologici ai halvanei din șrot de miez de nuci

Indici	Valoarea		
	Conform referințelor normative	Halva proaspătă	Halva pastrată două luni
Microorganisme mezofile aerobe și facultativ anaerobe, 1 g produs	$1,0 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^3$
Bacterii coliforme 0,01 g produs	Nu se permite	-	-
Fungi, 1 g produs	$5,0 \cdot 10$	-	-
Nota. Prezența microorganismelor patogene (inclusiv <i>Salmonella</i>) în 25 g de halva nu este admisă.			

Cercetările efectuate au permis identificarea ingredientelor și rețetelor, din care a rezultat halva cu caracteristici organoleptice, fizico-chimice și microbiologice bine cotate și cu valoare nutritivă înaltă.

Prin urmare, utilizarea șrotului ca materie primă de bază pentru fabricarea halvanei este rezonabilă și oportună, purtând efect pozitiv asupra proprietăților tehnologice și caracteristicilor fizico-chimice ale produsului nou obținut.

Semifabricatele din *pandișpan* servesc ca bază pentru mai multe produse de cofetărie. Evaluarea organoleptică a dat următoarele rezultate. Cel mai mare scor global a avut proba de *pandișpan* clasic. Puțin mai mic a fost scorul global pentru probele, în care zahărul a fost substituit cu șrot la nivelul de 25%. Cele mai mici note are *pandișpanul* cu gradul de substituție a zahărului cu șrot egal cu 50%.

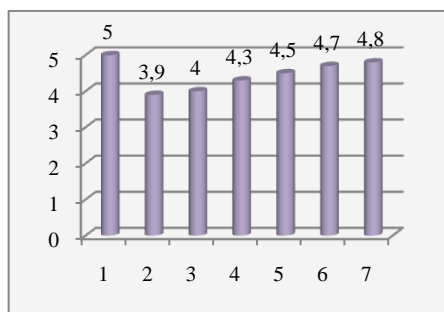


Figura 25. Punctajul mediu al examenului organoleptic ale probelor de *pandișpan* cu șrot

1–FG-făină de grâu; 2–FGȘ- (50%); 3 FIȘ- (50%); 4–FFȘ- (50%); 5–FGȘ- (25%); 6–FIȘ- (25%); 7– FFȘ- (25%).

(FG - făină de grâu, 180 μm- făină fină de șrot (FFȘ); 280 μm - făină de șrot cu granulozitate intermediară (FIȘ), 500 μm - făină de șrot cu granulozitate grosieră (FGȘ)

Umiditatea probelor de *pandișpan* (figura 26) este similară valorilor indicate în literatura de specialitate pentru semifabricatele de *pandișpan* (21-27%), dar este puțin mai mică pentru preparatele cu făina fină și puțin mai mare pentru cele cu făina grosieră.

Volumul specific (figura 27) a avut valoarea maximală în cazul probei de referință și valori mai mici pentru *pandișpanul* cu adaos de șrot, fiind în relație inversă cu granulozitatea șrotului.

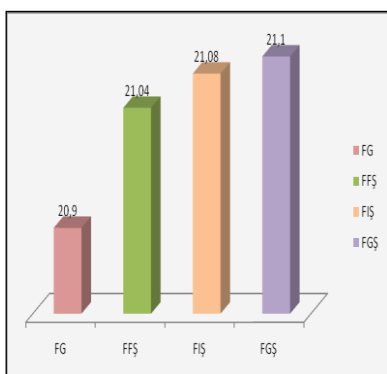


Figura 26. Umiditatea probelor de pandișpan din făină de șrot

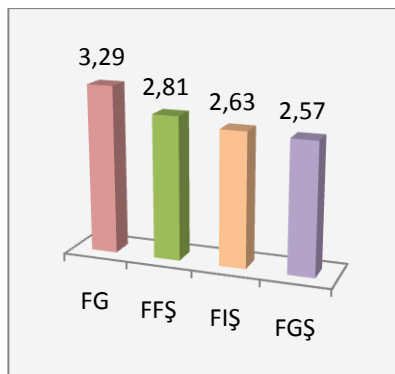


Figura 27. Volumul specific al probelor de pandișpan din făină de șrot

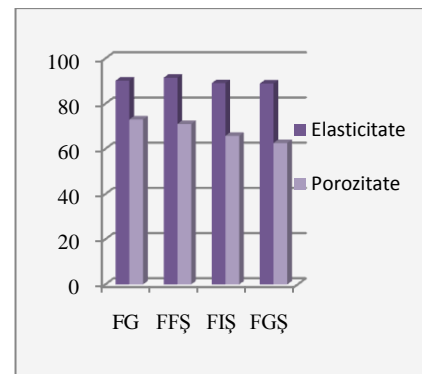


Figura 28. Porozitatea și elasticitatea probelor de pandișpan din făină de șrot

Porozitatea a fost cuprinsă între 73% (pentru proba de referință) și 62,6-73% (pentru probele de pandișpan cu făină de șrot), fiind, de asemenea, în relație inversă cu granulozitatea șrotului (figura 27). *Elasticitatea* tuturor probelor de pandișpan cu făină din șrot a fost practic identică și apropiată de cea a probei de referință (figura 28).

Evaluarea indicilor organoleptici a probelor de pandișpan a fost urmărită timp de opt zile, la intervale de două zile.

Tabelul 15. Evoluția indicilor organoleptici ai probelor de pandișpan după opt zile de păstrare

Indici organoleptici	Probele de pandișpan și caracteristica indicilor organoleptici			
	Proba de referință	Cu adaos de făină grosieră de șrot	Cu adaos de făină intermediară de șrot	Cu adaos de făină fină de șrot
Gust și miros	Necaracteristic, cu miros străin	Netipic, de produs alterat	Netipic, de produs alterat	Neplăcut, de produs stătut
Aspect în secțiune	Miezul neelastic, umed	Miezul neelastic, umed, de culoare cafenie-brună	Miezul poros, umed, elastic, cafeniu omogen	Miezul poros, neelastic, umed, cafeniu-deschis, omogen

Rezultatele examenului organoleptic a probelor în perioada de păstrare au demonstrat că termenul limită de consum al pandișpanului cu adaos de făină de șrot este de opt zile.

Evoluția numărului de celule de *Penicillium* în perioada de păstrare a pandișpanului este prezentată în figura 29.

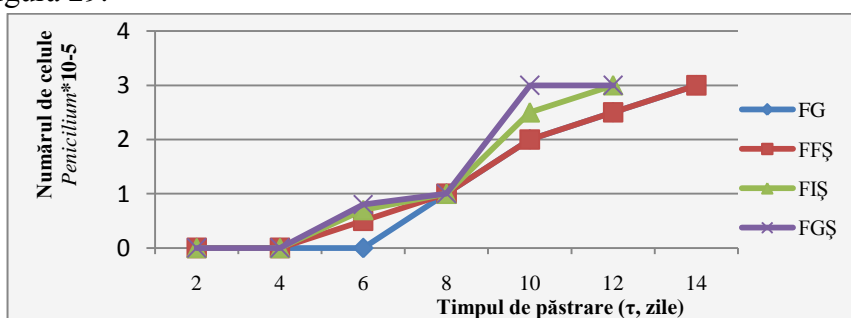
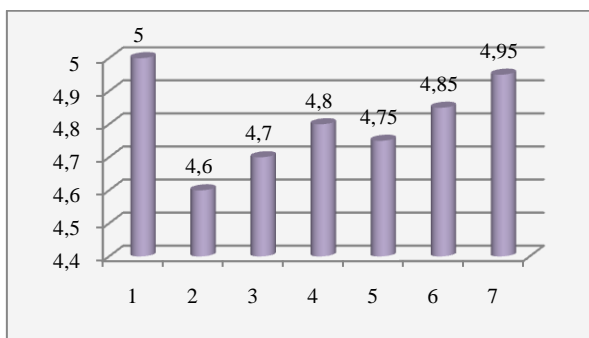


Figura 29. Evoluția numărului de celule de *Penicillium* în perioada de păstrare a pandișpanului

În proba martor primele celule de penicilium au apărut după a 8-a zi de păstrare, iar numărul lor a crescut vertiginos în următoarele zile, atingând numărul critic de celule în a 12-a zi de păstrare. În pandișpanul cu făină de șrot contaminarea critică cu celule de *Penicillium* a fost atinsă după șase zile de păstrare.

Prăjiturile (fursecurile) „*Macarons*” sunt preparate de cofetărie, care au o structură granuloasă, crocante la exterior, moi în interior, forma rotundă cu diametrul cuprins între 3 și 5 cm. Conform rezultatelor analizei senzoriale, probele de prăjituri cu făină de șrot au avut un aspect exterior agreabil, culoare deschisă, dar puțin mai pronunțată față de proba martor. Proba cu șrot albit (500 μm) a avut calități practic identice cu cele ale probei martor, dar cu calități gustative mai bune. Rezultatele evaluării organoleptice a prăjiturilor sunt prezentate în figura 30.



1– FM; 2– FIȘ-50%; 3– FFȘ-50%; 4– GȘA-50%; 5– FIȘ-25%; 6– FȘ-25%; 7– GȘA-25%

(FM-făină de migdale, 180 μm- făină fină de șrot (FFȘ); 280 μm - făină de șrot cu granulozitate intermediară (FIȘ), 500 μm - făină de șrot cu granulozitate grosieră albită (FGȘA))

Figura 30. Punctajele medii ponderate ale examenului organoleptic al prăjiturilor „*Macarons*”.

Cu punctaje medii ponderate maximale au fost apreciate prăjiturile cu adoas de șrot albit, fiind urmate de prăjiturile cu gradul de substituire a pudrei de migdale la nivelul de 25% și de 50%.

Tabelul 16. Indicii fizico-chimici ai prăjiturilor „*Macarons*”

Nr. ctr.	Variante experimentale ale prăjiturilor	Umiditatea, %	Cenușa totală, %	Cenușă insolubilă în HCl-10%,
1.	FM	10,15 ± 0,50	89,5 ± 4,4	0,075 ± 0,003
2.	FIȘ-50%	9,5 ± 0,47	90,5 ± 4,5	0,061 ± 0,003
3.	FFȘ-50%	9,1 ± 0,45	90,9 ± 4,5	0,052 ± 0,002
4.	FGȘA-50%	9,56 ± 0,47	90,44 ± 4,5	0,061 ± 0,003
5.	FIȘ-25%	9,9 ± 0,49	90,1 ± 4,5	0,062 ± 0,003
6.	FFȘ-25%	10,1 ± 0,50	89,5 ± 4,4	0,051 ± 0,002
7.	FGȘA - 25%	9,98 ± 0,49	90,02 ± 4,5	0,062 ± 0,003

Evoluția indicilor organoleptici ai probelor de prăjituri au fost urmărite timp de cinci zile. După patru zile de păstrare nu au fost înregistrate modificări ale indicilor organoleptici în niciuna din probele de prăjituri (tabelul 17).

Începând cu ziua a cincina în probele de prăjituri *FIȘ* și *FFȘ-50%* gustul a devenit puțin amărui, iar suprafața crocantă – mai moale. În celelalte probe de prăjituri gustul a rămas intact și doar crusta *crocantă* a devenit mai moale. În conformitate cu rezultatele examenului organoleptic al probelor de prăjituri în perioada de păstrare, termenul limită de consum pentru prăjituri este de patru zile.

Tabelul 17. Indicii organoleptici ai prăjiturilor după păstrare (cinci zile)

Indici	Variante experimentale de prăjituri "Macarons" și descrierea indicilor de calitate							
	FM	FIȘ-50%	FFȘ-50%	FGȘA-50%	FIȘ-25%	FFȘ-25%	FGȘA-25%	
Forma	Forma bine păstrată, uniformă							
Suprafața	Caracteristic-netedă, prezența fustiței							
Culoarea	Uniformă-albă, cu nuanță specifică ingredientelor adăugate	Alb-cafenie deschisă, cu nuanță specifică ingredientelor adăugate	Uniformă-albă-surie, cu nuanță specifică ingredientelor adăugate	Alb-cafenie deschis, cu nuanță specifică ingredientelor adăugate	Uniformă-albă, cu nuanță specifică ingredientelor adăugate			
Gustul și mirosul	Plăcut, caracteristic produsului dat	Gustul plăcut, caracteristic produsului dat. Miros străin						
Consistența	Consistența moale pentru toate probele							

Urmărind **evoluția indicilor microbiologici** pe parcursul perioadei de păstrare în probele de prăjituri, a fost determinat numărul de celule de *Penicillium*. În primele trei zile de păstrare celule de mucegai nu au fost identificate, iar începând cu ziua a patra au apărut primele celule de *Penicillium* în proba din făină de șrot 50%. În probele cu 25% de șrot apariția microorganismelor a fost identificată începând cu ziua a cincia (figura 31).

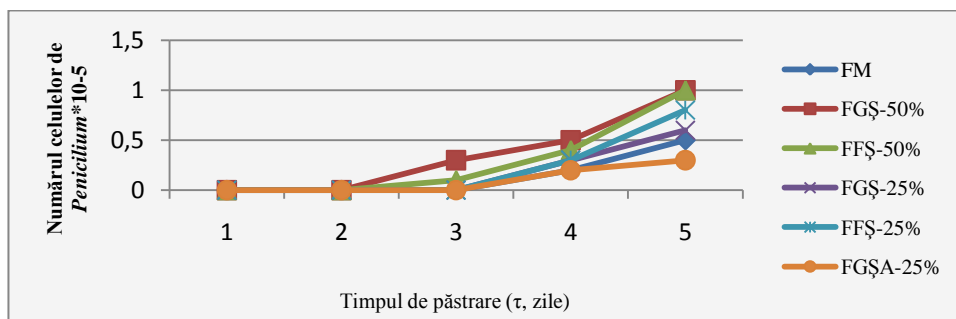


Figura 31. Evoluția numărului de celule de *Penicillium* în perioada de păstrare a prăjiturilor „Macarons”.

De menționat că la sfârșitul păstrării (timp de cinci zile) numărul de celule de *Penicillium* în toate probele analizate au fost mai mici decât cel admisibil.

Digestibilitatea proteinelor și bioasimilabilitatea aminoacizilor sunt factori importanți în aprecierea valorii proteice a produselor alimentare. Digestibilitatea proteinelor din produsele de cofetărie cu șrot din miez de nuci este prezentată în figura 32.

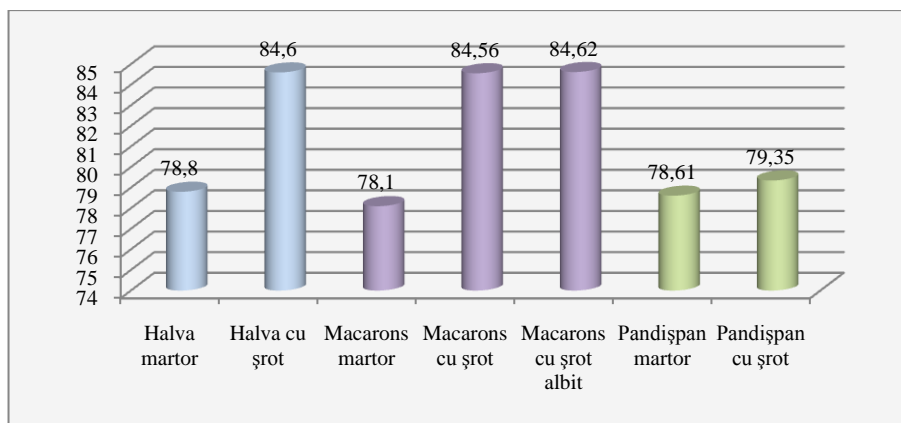


Figura 32. Digestibilitatea proteinelor din produsele de cofetărie analizate

Rezultatele arată că digestibilitatea proteinelor din aceste produse este mai mare în produsele unde s-a folosit șrotul de nuci. Această creștere poate fi determinată de tratamentele termice aplicate, care provoacă degradarea proteinelor și, de multe ori, măresc accesibilitatea proteazelor. Experimentele tehnologice realizate și analiza indicilor de calitate a produselor obținute au arătat că șrotul de nuci reprezintă un produs care poate fi valorificat în tehnologia alimentară, inclusiv pentru ameliorarea calității nutritive și lărgirea sortimentului de produse de cofetărie. Calitatea produselor de cofetărie elaborate (*halva, pandișpan, prăjituri „Macarons”*) este influențată în mare parte de granulozitatea șrotului, care are un impact semnificativ asupra caracteristicilor organoleptice și fizico-chimice ale produselor.

CONCLUZII GENERALE

1. Pentru prima dată au fost evaluate compoziția chimică, proprietățile tehnologice și caracteristicile de promovare a șrotului de nuci *Juglans regia L.*, au fost identificate o gamă de produse de cofetărie pentru sporirea valorii biologice cu adaos de șrot de nuci.
2. Prin compararea compoziției chimice a miezului de nuci (soiurile „Călărași” și „Cogălniceanu”) și a șrotului rezultat după extragerea la rece a uleiului s-a constatat o concentrare în șrot de până la 60% (raportat la substanța uscată) a conținutului de proteine, glucide, fibre alimentare, săruri minerale și vitamine. Conținutul de lipide în șrot se situează în jurul valorii 38-40%, iar gradul de extragere a uleiului din nuci variază între 60 și 70%.
3. Principalele *modificări* ale calității șrotului la păstrare sunt hidroliza (creșterea indicelui de aciditate) și oxidarea (creșterea indicelui de peroxid, formarea trienelor conjugate) grăsimilor, creșterea numărului total de microorganisme, urmate de degradarea proprietăților organoleptice. Valorile acestor modificări sunt determinate de condițiile de păstrare (temperatură, umiditate, mod de condiționare), minimale fiind la păstrarea șrotului în *vid* (*absența oxigenului*).
4. Au fost identificate și caracterizate fracțiile proteice, compoziția în aminoacizi și digestibilitatea proteinelor șrotului. Proteinele șrotului de nuci conțin toți aminoacizii esențiali, necesari pentru dezvoltarea și metabolismul normal al organismului, iar digestibilitatea lor constituie 70,0-73,6%.
5. Au fost cuantificate caracteristicile cromatice ale șrotului de nuci în sistemul CIELAB și realizate studii experimentale privind albirea cu peroxid de hidrogen. Prin analiza suprafețelor de răspuns au fost stabilite efectele individuale și interactive ale variabilelor de albire și condițiile de obținere a șrotului cu profil cromatic optimal.
6. Studiul proprietăților funcționale a arătat ca șrotul de nuci are bune capacități de hidratare, emulsionare și spumare și poate fi folosit în tehnologia alimentară nu numai ca ingredient nutritiv, ci și ca agent funcțional.
7. Au fost realizate studii experimentale privind obținerea unor produse de cofetărie (halva, pandispan și prăjitri „Macarons”) și efectele induse de adaosul de șrot asupra performanțelor de calitate a lor. Testările la scară semiindustrială au demonstrat fezabilitatea tehnologică a produselor de cofetărie elaborate.

RECOMANDĂRI

În baza cercetărilor efectuate și rezultatelor obținute se recomandă:

↪ Pentru unitățile de alimentație publică:

- ➡ parametrii tehnologici de prelucrare tehnologică a șrotului din miez de nuci *Juglans regia L.*;
- ➡ fișele tehnologice ale produselor de cofetărie.

↪ Pentru laboratoarele unităților de alimentație publică:

- ➡ tehnologia de fabricare a produselor de cofetărie cu utilizarea șrotului de nuci *Juglans regia L.*;
- ➡ proiectul documentației normativ tehnice.

↪ Pentru laboratoarele de patiserie-cofetărie ale unităților de alimentație publică:

- ➡ tehnologia de fabricare a unui sortiment de halva, pandispan și prăjiturilor „Macarons” cu utilizarea șrotului din miez de nuci *Juglans regia L.*;
- ➡ proiectele documentației normativ-tehnice pentru ele.

BIBLIOGRAFIE

1. Akowuah J.O., Addo A. and Kemausuor F. Influence of storage duration of jatropha curcas seed on oil yield and free fatty acid content. *Arpn Journal of Agricultural and Biological Science*. Vol. 7, No.1, 2012.
2. Bax M.L., Aubry L., Ferreira C., Daudin J.D., Gatellier P., Remond D., Sante-Lhoutellier V. Cooking temperature is a key determinant of in vitro meat protein digestion rate: investigation of underlying mechanisms. *J Agric Food Chem*, 60, 2012, p. 2569-2576.
3. Christensen C.M. Storage of cereal grains and their products. American Association of Cereal Chemists Incorporated, Minnesota, USA, 1974.
4. Cosmulescu S., Baci A., Achim G., Botu M., Trandafir I. Mineral composition of fruits in different walnut (*Juglans regia L.*) Cultivars. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj*, 37: 2009, p. 156-160.
5. Fennema R.O. Food chemistry, (3rd edition). Marcel Dekker, Inc. New York, Basel. Hongkong, 1996, p. 365-39.
6. Gemma B., Boatellaa J. and Rafecasa M. Nuts: source of energy and macronutrients. *British Journal of Nutrition*. *British Journal of Nutrition / Volume 96 / Supplement S2 / November 2006*, pp. S24-S28.
7. George Box, Donald Behnken, "Some new three level designs for the study of quantitative variables". *Technometrics*, volume 2, 1960, p. 455-475.
8. Habeanu M., ș.a. Efectul suplimentării cu enzime a rețetelor de nutreț combinat pe bază de porumb, șrot de soia sau rapiță, asupra performanțelor porcilor în îngrășare-finisare. *Institutul de Biologie și Nutriție Animală Balotești. Analele IBNA vol. 22, 2006*.
9. Jenac A., Migalatiev O., Caragia V., Soboleva I. *Institutul Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare. Caracteristica CO₂- extractului din firimituri de miez de nucă. Decembrie, 2013, p. 82-87*.
10. Mamadou Ndiaye. Optimisation du blanchiment du tourteau de canola par du peroxide d'hydrogene, extraction des proteines et caracterisation de leurs proprietes fonctionnelles. *Universite Laval, Canada, 2013*.
11. Martínez M.L. Oil chemical variation in walnut (*Juglans regia L.*) genotypes grown in Argentina, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2008, p. 1183-1189.
12. Molnár P.J. A model for overall description of food quality. *Food Quality and Preference*, 6 (3), 1995, p. 185-190.
13. Ruggeri S., Cappelloni M., Gambelli L., Nicoli S., Carnovale E. Chemical composition and nutritive value of nuts grown in Italy. *Ital. J. Food Sci.* 1998, p. 243-252.
14. Wu H., Wang Q., Ma T., Ren J. Comparative studies on the functional properties of various protein concentrate preparations of peanut protein. *Food Res. Int.* 42, 2009, p. 343-348.
15. Xiaoying M., Yufei H. and Guogang C. Amino Acid Composition, Molecular Weight Distribution and Gel Electrophoresis of Walnut (*Juglans regia L.*) Proteins and Protein Fractionations. *International Journal of Molecular Sciences* ISSN 1422-0067.
16. Zwarts L, Savage GP, McNeil D.L. Fatty acid content of New Zealand-grown walnuts (*Juglans regia L.*) *Int J Food Sci Nutr.* 1999; 50:189-194.

LISTA LUCRĂRILOR ȘTIINȚIFICE PUBLICATE

I. Articole în reviste de circulație internațională

1. **Grosu Carolina.** *Proteinele miezului și șrotului de nucă (Juglans regia L.).* Meridian ingineresc, nr. 1, 2015, p.79-81. **ISSN 1683-853X.**
2. **Grosu Carolina.** *Walnut (Juglans regia L.) Halva.* Meridian ingineresc, nr. 4, 2014, p. 61-63. **ISSN 1683-853X.**

II. Articole în culegeri internaționale

3. **Grosu Carolina, Boaghi Eugenia, Deseatnicova Olga, Reșitca Vladislav.** *Mineral composition of walnut kernel and walnut oil cake.* Papers of the International Symposium EURO-ALIMENT, Around Food, October 3-5, 2013 Galați, România. p. 147. **ISSN 1843-5114.**
4. **Grosu Carolina, Boaghi Eugenia, Deseatnicova Olga, Reșitca Vladislav.** *Influence of drying process on walnut oil cake oxidative and microbiological stability.* Conferința Internațională a UNTA, Kiev, Ucraina, 15-16 квітня 2013, с. 21-22.
5. **Grosu Carolina, Boaghi Eugenia, Paladi Daniela, Deseatnicova Olga, Reșitca Vladislav.** *Prospects of using walnut oil- cake in food industry. Proceedings of International conference. "Modern technologies in the food industry 2012".* Technical University of Moldova, 1 – 3 November 2012, volume I, p. 362-365. **ISBN 978-9975-80-645-9.**

III. Articole în culegeri naționale

6. **Grosu Carolina, Capcanari Tatiana, Popovici Cristina, Deseatnicova Olga.** *Optimizarea rețetelor și tehnologiei de fabricare a desertului din prune cu nuci în sirop.* Conferința tehnico-științifică a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților, vol. II, UTM, Chișinău, 08-10 decembrie 2011, p. 92-93. **ISBN 978-9975-45-208-3.**
7. **Grosu Carolina, Boaghi Eugenia, Deseatnicova Olga, Reșitca Vladislav.** *Profilul calitativ al aminoacizilor miezului și șrotului de nuci.* Conferința tehnico-științifică a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților, vol. II, UTM, Chișinău, 15-17 noiembrie 2012, p. 57-58. **ISBN 978-9975-45-251-9.**

IV. Materiale / teze la forurile științifice

8. **Grosu Carolina, Boaghi Eugenia, Deseatnicova Olga, Reșitca Vladislav, Rubțov Silvia.** *Microbiological analysis of walnut oil cake.* Papers of the International Symposium EURO-ALIMENT, Around Food, October 3-5, 2013 Galați, România, p.146 **ISSN 1843-5114.**
9. **Grosu Carolina, Boaghi Eugenia, Deseatnicova Olga.** *Possibilities of Walnut Oil Cake Use in Pasta Supplementation.* Papers of the 7th International Symposium EURO-ALIMENT, Around Food, September 24-26, 2015 Galați, România. p. 110. **ISSN 1843-5114.**

V. Brevete de invenție

1. **Grosu Carolina, Tatarov Pavel, Deseatnicova Olga, Reșitca Vladislav.** *Procedeu de obținere a halvalei din miez de nucă (Juglans regia L.).* **Brevet de invenție, nr. 896.** Data publicării hotărârii de acordare a brevetului 2015.04.30, BOPI, nr. 4/2015.

ADNOTARE

Grosu Carolina: *Valorificarea șrotului de nuci și obținerea produselor de cofetărie*, teză de doctor în tehnică, Chișinău, 2016.

Structura tezei: teza constă din introducere, patru capitole, concluzii și recomandări, lista lucrărilor citate, anexe. Textul de bază conține 122 de pagini, 58 de figuri, 43 de tabele, 12 anexe. Bibliografia cuprinde 255 de referințe.

Cuvinte-cheie: șrot, compoziție chimică, extragere ulei, albire, proprietăți funcționale, produse de cofetărie.

Domeniul de studiu: 253.01 – Tehnologia produselor alimentare de origine vegetală (Tehnologia produselor alimentației publice).

Scopul lucrării: studiul calității nutriționale și senzoriale ale șrotului de nuci *Juglans regia L.* și identificarea condițiilor optime de prelucrare și utilizare a lui în alimentație.

Obiectivele lucrării: evaluarea principalilor parametri fizico-chimici, nutriționali și microbiologici ai șrotului de nuci, influenței tratamentelor tehnologice și albirii asupra valorii nutritive și proprietăților funcționale ale șrotului de nuci, valorificarea șrotului de nuci ca materie primă pentru unele produse de cofetărie.

Noutatea științifică constă în analiza minuțioasă și multiaspectuală a compoziției chimice, valorii nutritive și a modificărilor care intervin în urma tratamentelor tehnologice a șrotului de nuci.

Problema științifică soluționată constă în stabilirea celor mai importante proprietăți fizico-chimice, nutriționale și tehnologice ale șrotului de nuci și identificarea condițiilor optime și eficiente de tratare tehnologică și utilizare a lor.

Semnificația teoretică. S-au obținut rezultate științifice ce demonstrează posibilitatea de modificare dirijată a proprietăților funcționale și a parametrilor cromatici a șrotului de nuci și de ameliorare a calităților de consum ale alimentelor preparate cu adaos de șrot.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în stabilirea condițiilor optime de tratare tehnologică a șrotului de nuci, elaborarea tehnologiei de producere și a documentației normative și tehnice pentru produsele de cofetărie pregătite cu adaos de șrot. A fost obținut brevetul de invenție „Procedeu de obținere a halvalei din miez de nuci (*Juglans regia L.*)” (nr. 896).

Implementarea rezultatelor științifice. Tehnologia produselor de cofetărie a fost testată și aprobată la întreprinderea de patiserie și cofetărie ÎI „Lisnic Galina” din orașul Edineț.

АННОТАЦИЯ

Гросу Каролина: *Использование шрота из грецкого ореха и получение кондитерских изделий из него*, диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Кишинев, 2016.

Структура диссертации: диссертация состоит из введения, читьре глав, выводов и рекомендаций, списка цитируемых работ, приложений. Работа изложена на 122 страницах, содержит 58 рисунков, 43 таблиц, 12 приложений к нему. Список литературы включает 255 ссылок.

Ключевые слова: шрот, химический состав, экстракция масел, отбеливание, функциональные свойства, оценка, кондитерские изделия.

Область исследования: 253.01 – Технология пищевых продуктов растительного происхождения (Технология продуктов общественного питания).

Цель работы: исследование питательного и сенсорного качества шрота грецкого ореха *Juglans regia L.* и выявление оптимальных условий для переработки и использования его в продуктах питания.

Задачи работы: оценка основных физико-химических, микробиологических и пищевых параметров, шрота грецких орехов, влияние технологических и отбеливающих процедуры на питательные и функциональные свойства шрота грецких орехов, использование шрота грецких орехов в качестве сырья для некоторых кондитерских изделий.

Научная новизна заключается в тщательном и многомерном анализе химического состава, пищевой ценности и изменений, которые происходят после технологической обработки шрота грецких орехов.

Научная проблема, решенная в исследовании: состоит в установлении наиболее важных физико-химических свойств, пищевых и технологических свойств шрота грецких орехов, и в определении оптимальных и эффективных условий технологической обработки и его использование.

Теоретическая значимость. Получены научные результаты, которые показывают направленные изменения функциональных свойств и хроматических параметров шрота грецкого ореха, а тагже улучшение потребительских качеств продуктов, приготовленных с его добавлением.

Практическая значимость работы заключается в создании оптимальных условий для обработки шрота грецкого ореха, разработка технологии производства и нормативно-технической документации для кондитерских изделий, приготовленных с добавлением шрота грецкого ореха. Получен патент на изобретение *Способ получения халвы из шрота грецкого ореха (Juglans regia L.)* (№ 896).

Внедрение научных результатов. Технология кондитерского производства была испытана и апробирована на индивидуальном предприятии кондитерского и хлебобулочного производства «Lisnic Galina» в г. *Единец*.

ABSTRACT

Grosu Carolina: *Valorisation of walnut oilcake and confectionery products obtaining*, PhD thesis in technical sciences, Chişinău, 2016.

Thesis structure: the thesis consists of introduction, four chapters, conclusions and recommendations, the list of cited works, annexes. The basic text contains 122 pages, 58 figures, 43 tables, 12 annexes. The bibliography includes 255 references.

Keywords: oilcake, chemical composition, extraction oil, bleaching, functional properties, valorization, confectionery.

Field of study: 253.01 – Technology of plant origin products (Technology of catering products).

The purpose of the work: study of nutritional and sensory quality of *Juglans regia L.* walnut oilcake and identification of the optimal conditions for its processing and utilization in nutrition.

Objectives: evaluation of the main physico-chemical, microbiological and nutritional parameters of walnut oilcake, of the technological and bleaching treatments influence on nutritional and functional properties of walnut oilcake, oilcake valorisation as raw material for some confectionery.

Scientific novelty lies in the thorough and multidimensional analysis of the chemical composition, nutritional value and the changes that occur after technological treatments of walnut oilcake.

Important scientific problem solved is the establishment of the most important physicochemical, nutritional and technological properties of walnut oilcake and identification of the optimal and effective conditions of technological treatment and their use.

Theoretical significance. Scientific results were obtained, showing the possibility of directed modifications of walnut oilcake functional properties and chromatic parameters and improving consumer qualities of foods prepared with added oilcake.

The applicative value of the work consists in the establishment of optimal conditions for technological treatment of walnut oilcake, development of production technology and of the normative and technical documentation for confectionery prepared with added oilcake. It was obtained the patent „Method for the preparation of the walnut (*Juglans regia L.*) halva” (nr. 896).

Scientific results implementation. Confectionery technology has been tested and certified to the pastry and confectionery enterprise II „Galina Lisnic” from Edineţ.

GROSU CAROLINA

**VALORIFICAREA ȘROTULUI DE NUCI
ȘI OBTINEREA PRODUSELOR DE COFETĂRIE**

**235. 01. – TEHNOLOGIA PRODUSELOR ALIMENTARE
DE ORIGINE VEGETALĂ
(Tehnologia produselor alimentației publice)**

Autoreferatul tezei de doctor în tehnică

Bun de tipar: 06.06.16
Hârtie ofset. Tipar RISO
Coli de tipar 2,0

Formatul hârtiei: 60x84 1/16
Tiraj 60 ex.
Comanda nr. 58

UTM, 2004, Chișinău, bd. Ștefan cel Mare și Sfint, 168.
Secția Redactare și Editare a UTM
2068, Chișinău, str. Studenților 9/9